

Fernando Paz Pellat
Julio Wong González
Maira Bazan
Vinisa Saynes
Editores

Programa Mexicano del Carbono

Serie: Síntesis Nacionales

Estado Actual
del Conocimiento
del Ciclo del Carbono
y sus Interacciones en México:
Síntesis a 2013

Programa Mexicano del Carbono
Colegio de Postgraduados
Universidad Autónoma de Chapingo
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey





Forma correcta de citar:

Paz, F., J. Wong. M. Bazan y V. Saynes (editores). 2014. Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2013. Serie Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con el Colegio de Postgraduados, la Universidad Autónoma de Chapingo y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Texcoco, Estado de México, México. ISBN 978-607-96490-1-2. 708 p.

ISBN: 978-607-96490-1-2



Programa Mexicano del Carbono A.C.
Calle Chiconautla No. 8 Interior A
Colonia Lomas de Cristo, C.P. 56230
Texcoco, Estado de México, México

www.pmcarbono.org

Esta obra fue elaborada por el Programa Mexicano del Carbono (PMC).

Se prohíbe la reproducción parcial o total de esta obra, por cualquier medio.

**Estado Actual del Conocimiento
del Ciclo del Carbono y sus Interacciones
en México:
Síntesis a 2013**

**Fernando Paz Pellat, Julio Wong González, Maira Bazan y
Vinisa Saynes**

Editores

Programa Mexicano del Carbono
Colegio de Postgraduados
Universidad Autónoma de Chapingo
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Montecillo, Estado de México, México
2012

ISBN 978-607-96490-1-2



PRÓLOGO

El Programa Mexicano del Carbono (PMC) tiene planteado el objetivo, entre otros, de divulgar el conocimiento en relación al Ciclo del Carbono y sus interacciones en las diversas áreas temáticas de su Comité Científico: Ecosistemas Terrestres, Ecosistemas Acuáticos, Atmósfera, Dimensión Social y Bioenergía.

Por acuerdo del 2011 del PMC, se planteó una estrategia de aprovechar espacios en reuniones, congresos, simposio, etc., de sociedades científicas afines para instrumentar eventos relacionados con las áreas temáticas del Programa, de tal manera que se iniciara un diálogo y cooperación con estas sociedades y se creara sinergia en el desarrollo del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones en México.

Durante el Cuarto Simposio Internacional del Carbono en México, realizado en conjunto con la Universidad Autónoma Chapingo, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y el Colegio de Postgraduados, se registraron y presentaron trabajos de excelencia en investigación nacional e internacional sobre el ciclo del carbono en las diversas áreas temáticas. Dichos trabajos forman la estructura de este libro que reúne una visión multidisciplinaria y multi-institucional de los enfoques en la dinámica del carbono y sus complejas interacciones. Esperamos seguir coincidiendo con estas Instituciones en los próximos eventos para continuar esta tarea recién iniciada.

La orientación de este simposio hacia la síntesis nacional y regional del conocimiento del ciclo del carbono, parte de la estrategia de desarrollar modelos propios en México que se ajusten a la realidad de la información disponible, la cual es escasa e incompleta, para parametrizar modelos simples de la dinámica del carbono. Es así que las contribuciones de todos los participantes reflejan la intención del desarrollo de nuevos paradigmas de síntesis y modelación, que permitirán la consolidación de la estrategia planteada por el PMC.

El Programa Mexicano del Carbono agradece a los autores de los resúmenes en extenso incluidos en este libro, su colaboración e interés en divulgar el conocimiento científico en esta importante área. Esperamos en los próximos simposios continuar con la difusión e integración de visiones y paradigmas para el desarrollo del conocimiento en México en relación al carbono.

Fernando Paz Pellat
Coordinador General
Programa Mexicano del Carbono

CONTENIDO

CAPÍTULO 1: ECOSISTEMAS TERRESTRES

13

- | | | |
|------|--|----|
| 1.1 | Estimación del carbono contenido en el bosque de <i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Schl. et Cham. en el Parque Nacional “El Chico”, Hidalgo. | 15 |
| 1.2 | Captura de carbono en el sotobosque de plantaciones jóvenes de <i>Eucalyptus grandis</i> y <i>E. urophylla</i> y en pastizales aledaños en el Sureste de México. | 22 |
| 1.3 | Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en plantaciones jóvenes de <i>Eucalyptus grandis</i> y <i>E. urophylla</i> en el sureste de México. | 30 |
| 1.4 | Almacenamiento de carbono en raíces de plantaciones de <i>Eucalyptus grandis</i> y <i>E. urophylla</i> en el sureste de México. | 38 |
| 1.5 | El manejo del suelo afecta la reactividad del hierro y su interacción con el carbono orgánico del suelo. | 46 |
| 1.6 | Simulación del incremento en la deposición de nitrógeno atmosférico y sus efectos en la descomposición de bosques tropicales estacionalmente secos. | 51 |
| 1.7 | Variación espacial de la biomasa viva en las selvas de la Península de Yucatán, México. | 57 |
| 1.8 | Carbono orgánico del suelo y su relación con la condición en pastizales y matorrales de Chihuahua. | 62 |
| 1.9 | Resultados preliminares en la estimación de la biomasa herbácea y arbustiva en matorrales y pastizales de México usando radiómetros multi-espectrales. | 70 |
| 1.10 | Dinámica de la captura de carbono derivada de los impactos antropogénicos en ecosistemas del noreste de México. | 77 |
| 1.11 | Validación del modelo de cámara dinámica para la evaluación de la mineralización de carbono en suelos. | 84 |
| 1.12 | Captura de carbono en ecosistemas de pastizales semiáridos del Altiplano del norte de México. | 90 |
| 1.13 | Inóculos líquidos de microorganismos nativos en la mineralización del C orgánico. | 98 |



1.14	Emisión de CO ₂ de mantillo y horizontes de fermentación utilizando un respirómetro	102
1.15	Estimación del carbono orgánico en suelos de zonas áridas y semiáridas.	109
1.16	Almacenes de carbono en la biomasa aérea de cuatro ecosistemas de la cuenca Platanar, Chiapas.	116
1.17	Estimación de captura de carbono en suelos, bajo diferentes sistemas productivos agropecuarios en el municipio de Zacazonapan, estado de México.	122
1.18	Escalando la biomasa forestal del bosque tropical seco.	126
1.19	Generación de dos modelos para determinar el carbono de dos especies de encino.	134
1.20	Estimación de volumen maderable en selva mediana subperennifolia en Campeche, México.	140
1.21	Reservas de carbono orgánico en suelos de la subcuenca del río Mololoa, Nayarit.	145
1.22	Potencial de acumulación de biomasa y carbono aéreo en bosques tropicales del Sur de Quintana Roo, México.	152
1.23	Estimación del contenido de carbono en la zona ecológica y cultural Bosque de Tlalpan, Distrito Federal.	157
1.24	Manejos orgánicos: ¿potencialmente viables para captura de carbono?	163
1.25	Retos y avances en la medición y monitoreo de carbono orgánico del suelo en México.	170
1.26	Inventario estatal forestal y de suelos de Aguascalientes, 2012.	177
1.27	Mapa de uso de suelo y vegetación de Aguascalientes, escala 1:50 000	183
1.28	Mapa de carbono orgánico de los suelos de la República Mexicana	187
1.29	Preparación y análisis físicos de las muestras obtenidas en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2009-2012.	192
1.30	Carbono almacenado en tres usos de suelo del monte Tláloc.	196
1.31	Inventarios, flujos de carbono y efecto de los factores de manejo en bosques templados de la Sierra Norte de Puebla.	202

1.32	Estimación del contenido y captura de carbono en la segunda sección del Bosque de Chapultepec, Distrito Federal.	207
1.33	Comparación del almacenamiento de carbono y la emisión de gases de efecto invernadero en suelos de bosque mesófilo de montaña y en suelos transformados a cultivos y potreros.	214
1.34	Ecuación de biomasa para <i>Pinus patula</i> en bosques de Zacualtipán, Hidalgo.	221
1.35	Optimization and modeling of photosynthesis in wheat: Genetic variation in light interception and radiation use efficiency.	228
1.36	Estimación de los cambios de carbono orgánico del suelo en sistemas con higuera (<i>Ricinus communis</i> L.).	236
1.37	Estimación de la distribución espacial de la biomasa forestal en la península de Yucatán, usando percepción remota y datos de campo.	242
1.38	Captura de carbono en bosque de coníferas de la Sierra Tarahumara Chihuahua, México.	251
1.39	Carbono almacenado en selva mediana de <i>Quercus oleoides</i> y plantaciones de <i>Eucalyptus urophylla</i> y <i>Gmelina arborea</i> en Huimanguillo, Tabasco.	257
1.40	Dinámica de acumulación de C orgánico en suelos vertisoles cultivados en labranza de conservación.	265
1.41	Estimación del almacenamiento de carbono en suelo y árboles de guayaba aplicando ecuaciones alométricas en Calvillo, Aguascalientes.	271
1.42	Variabilidad en el ciclado de C por unidades funcionales de procesamiento de nutrientes en el suelo de dos desiertos mexicanos.	277
1.43	Inventario estatal de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agricultura para el estado de México, años 2005 y 2010.	287

CAPÍTULO 2: ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

293

2.1	Contenidos de carbono en distintos compartimentos de ambientes ribereños en ecosistemas forestales de montaña.	295
2.2	Reserva de carbono en la biomasa aérea de manglar.	302



2.3	Balance metabólico de un embalse eutrófico con variaciones de nivel: implicaciones sobre el flujo de carbono en cuerpos acuáticos tropicales.	309
2.4	Dinámica del carbono en sedimentos y biomasa expresada como carbono de los MIB de la zona litoral de Alchichica, Puebla.	317
2.5	Variación a largo plazo de la concentración y distribución vertical del carbono orgánico particulado en el Lago Alchichica, Puebla.	325
2.6	Producción primaria en un lago oligotrófico tropical.	332
2.7	Variación del flujo de carbono orgánico particulado en un lago oligotrófico con dominancia de fitoplancton de talla grande.	338
2.8	Dinámica de la biomasa de invertebrados bentónicos en la zona profunda de un lago oligotrófico tropical.	345
2.9	Variación horizontal de los flujos de carbono particulado en un lago tropical.	353
2.10	Ciclo anual de la producción primaria del fitoplancton en la zona costera, SW de la Península de Baja California, México.	359
2.11	Variabilidad espacio temporal de la asimilación de carbono en la capa de mezcla frente a Baja California durante el año 2000.	366
2.12	Distribución de la productividad primaria fitoplanctónica frente a Baja California durante el evento La Niña 2008.	375
2.13	Asimilación de carbono en el Sistema Lagunar Navachiste, Guasave, Sinaloa.	383
2.14	Influencia de las surgencias costeras sobre la fracción de tamaño del fitoplancton en el área marino costera del Sistema Lagunar Navachiste, Sinaloa.	392
2.15	Variación interanual de la $p\text{CO}_2$ en una zona de surgencia costera en el sur de la Corriente de California.	399
2.16	Intercambio de carbono orgánico particulado entre la laguna Yavaros y el golfo de California.	406
2.17	Estimación de $p\text{CO}_2$ a partir de datos <i>in situ</i> y de satélite en la costa noroccidental de Baja California.	412
2.18	Dinámica del carbono y azufre en sistemas ribereños del río Amecameca.	418

2.19	Subsaturación de carbonato en la zona de mínimo de oxígeno (ZMO) de las costas del Pacífico Tropical frente a México.	424
2.20	Variabilidad temporal del sistema del CO ₂ frente a las costas de Baja California.	431
2.21	Presencia de aguas subsaturadas con respecto a aragonita en las costas de Baja California, México.	438
2.22	Reducida producción de CaCO ₃ por <i>Porites panamensis</i> en tres comunidades arrecifales del Pacífico mexicano.	447
2.23	Contribución de pastos marinos y eventos de surgencia a la variabilidad estacional del sistema de carbono en zonas costeras.	452
2.24	Variación temporal de pH y CID en las bahías de Manzanillo, Colima.	461
2.25	Principales procesos de control del CO ₂ en la Bahía de Todos Santos, B.C., durante el evento de La Niña.	467
2.26	pCO ₂ en la superficie del mar y atmosférica en las Bahías de Manzanillo, México.	474

CAPÍTULO 3: DIMENSIÓN SOCIAL

479

3.1	Enlazando fitorremediación de sitios contaminados y secuestro de carbono como servicio ambiental.	480
3.2	Atlas de Suelos de Latinoamérica y el Caribe: una herramienta innovadora para el desarrollo de políticas y sensibilización.	487
3.3	Estrategia metodológica para implementar esquemas de compensación por mejores prácticas productivas en tierras de pastoreo del estado de Nuevo León.	493
3.4	Valoración ambiental una perspectiva socio-cultural de un ecosistema acuático como alternativa al desarrollo sustentable: caso Lago de Cuitzeo, Michoacán.	498
3.5	Programas municipales de cambio climático, desafíos, retos y oportunidades.	507
3.6	Hacia una evaluación integral de los servicios ambientales y compensaciones: estudios de caso en comunidades de la Meseta Purépecha, Michoacán.	511
3.7	Mujeres rurales, maíces nativos y captura de carbono en la construcción de sistemas complejos hacia la conciencia social.	522



3.8	La política pública y el mercado del carbono en el Programa Nacional de Cambio Climático 2013-2018.	528
3.9	Estrategia de mitigación-adaptación al cambio climático del sector cafetalero en la Sierra Madre de Chiapas.	535
3.10	Modelo de diagnóstico socio ambiental para el sector silvicultura y cambio de uso de suelo en sistemas naturales y productivos del Estado de México.	540
3.11	Análisis de optimización con múltiples criterios para la valoración de la captura de carbono en la Sierra Juárez de Oaxaca, México.	545
3.12	Diseño de mecanismos de mercado para la mitigación del cambio climático: opciones de política pública en México.	543
3.13	Sistemas de producción pecuaria y gases de efecto invernadero en el estado de México.	566
3.14	Retos y oportunidades para la elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero sector agricultura, forestal y usos del suelo-AFOLU.	574
3.15	La gestión de la producción forestal: Una herramienta activa de mitigación del cambio climático.	581
3.16	Escenarios potenciales de las anomalías en los cambios estacionales de temperatura y precipitación en bosques para los años 2030 y 2050 en México.	585

CAPÍTULO 4: ATMÓSFERA

599

4.1	Emisiones de carbono de quemas controladas en relación a cargas de combustibles en ecosistemas forestales.	600
4.2	Incendios forestales, carbono negro y carbono orgánico en México: 2000 – 2012.	606
4.3	Variabilidad interanual de la evapotranspiración en dos ecosistemas semiáridos en el noroeste de México.	612
4.4	Análisis multisitio de errores aleatorios en flujos de CO ₂ de suelo en diferentes condiciones de humedad.	620

CAPÍTULO 5: BIOENERGÍA

627

- | | | |
|------|---|-----|
| 5.1 | Estabilización de metales en suelos contaminados con biochar y microorganismos para rehabilitación. | 628 |
| 5.2 | Dinámica de la materia orgánica del suelo bajo cultivo de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>): efecto de la aplicación de composta y biochar. | 635 |
| 5.3 | Evaluación de la tolerancia a sequía de cultivos en suelos mejorados con biochar. | 642 |
| 5.4 | Variaciones en el contenido de carbono en combustibles de diferentes ecosistemas forestales. | 653 |
| 5.5 | Emisiones de gases efecto invernadero para el año 2010. Sector: Procesos industriales, en el estado de México. | 658 |
| 5.6 | Emisiones de gases de efecto invernadero del sector desechos en el Estado de México para el año 2010. | 665 |
| 5.7 | Avances en la estimación de emisiones de GEI en el sector energía para el estado de México. | 670 |
| 5.8 | Proyección del carbón vegetal como fuente de energía renovable y con indicadores de ciclo de vida potencialmente favorables y positivos. | 674 |
| 5.9 | Estimación de biogás como base para la implementación de un relleno sanitario intermunicipal: Jiquilpan, Sahuayo y Venustiano Carranza. | 679 |
| 5.10 | México ante la problemática energética: carbón mineral <i>versus</i> uranio. | 685 |

CAPÍTULO 6: CONFERENCIAS MAGISTRALES

695

- | | | |
|-----|---|-----|
| 6.1 | Desarrollo de capacidades para la implementación de la Ley General de Cambio Climático. | 697 |
| 6.2 | Mitigación de carbono en bioenergía, agricultura y el sector forestal: perspectivas del quinto reporte global del IPCC. | 698 |



6.3	Plan científico del Programa de Carbono para Norteamérica (CarboNA).	699
6.4	Iniciativa para crear la Agencia Mexicana de Mares y Costas.	700
6.5	El carbono en los ecosistemas terrestres de México.	701
6.6	Hacia una síntesis de flujos de agua y carbono en ecosistemas terrestres de México.	702

3.7 Mujeres rurales, maíces nativos y captura de carbono en la construcción de sistemas complejos hacia la conciencia social

Vizcarra-Bordi Ivonne¹; Thomé-Ortíz Humberto¹ y Rincón-Rubio Ana G.¹

¹ICAR, Universidad Autónoma del Estado de México, km 14.5 Carretera Toluca-Atlatomulco, San Cayetano, Estado de México, México.
Autora para correspondencia: ivbordi@yahoo.com.mx; ivizcarrab@uaemex.mx

Resumen

Esta ponencia intenta reflexionar acerca de la necesidad de desarrollar una conciencia social, humanística y trascendental ante las grandes crisis relacionadas con la seguridad alimentaria y el cambio climático. Se parte de que miles de comunidades rurales que producen y auto consumen maíces nativos como parte de sus estrategias de subsistencia, han experimentado el fenómeno de la feminización del campo mexicano, aunado a una serie de problemáticas que amenazan las capacidades para vivir de las actividades rurales. Por otra parte se considera que la captura de carbono a través de las actividades agropecuarias y forestales es una de las mejores alternativas para mitigar los efectos del cambio climático. Y dado que el cultivo de los maíces nativos ha confirmado a través de siglos, ser un cereal que ha logrado adaptarse a las variaciones climáticas y además ha demostrado subsistir en manos de pueblos indígenas y campesinos a pesar de las grandes transformaciones sociales; podría ser valorado con doble propósito: como alimento clave de la seguridad alimentaria sustentable y aprovecharlo como cultivo en la captura de carbono durante su ciclo productivo. Pero para ello, se requiere de una relación dialógica que vaya más de las voluntades disciplinarias. La reflexión apunta hacia la construcción de un sistema complejo que logre construir escenarios que no profundicen las desigualdades de género y clase, y que además permita el desarrollo de la conciencia hacia el cambio social necesario para conservar no sólo a la especie humana sino a todo ser viviente.

Palabras clave: feminización, conciencia, maíz nativo, sistemas complejos, captura de carbono.

Abstract

This presentation attempts to reflect on the need to develop a social conscience, humanistic and transcendental to the great crises related to food security and climate change. It is assumed that thousands of rural communities that produce and landraces self-consumption as part of their livelihood strategies, have experienced the phenomenon of the feminization of the Mexican rural, along with a series of problems that threaten the ability to live in rural activities. On the other hand believes that carbon capture through agriculture and forestry is one of the best ways to mitigate the effects of climate change. And because the native maize cultivation has confirmed through centuries, to be a cereal that has managed to adapt to climate changes and has also shown to survive in the hands of indigenous peoples and peasants despite the great social, could be valued dual purpose: as a key food security and sustainable food crop use it as carbon capture during the production cycle. But for this, it requires a dialogic relationship that goes over disciplinary wills. The reflection points to the construction of a complex system that succeeds in building scenarios that deepen gender inequalities and class, and also allow the development of consciousness towards social change necessary to preserve not only the human species but to all human living.

Keywords: feminization, awareness, native corn, complex systems, carbon capture.

Introducción

Ante la feminización del campo, las mujeres rurales se convierten en actoras sociales asociadas con problemas nodales del mundo contemporáneo, como la seguridad alimentaria, los modelos campesinos sustentables y la captura de carbono (FAO, 2008). Lo anterior, cobra sentido en el contexto en que evidencias científicas han comenzado a demostrar las amenazas latentes del cambio climático sobre la producción de granos básicos en diferentes regiones del mundo (IPCC, 2007), lo que se traduce en un riesgo considerable para la integridad cultural y biológica de la especie humana. El sistema de producción – consumo en el capitalismo avanzado, basado en la dependencia de combustibles fósiles, afecta a las mujeres campesinas que dependen del temporal (lluvias) para obtener una buena parte de los alimentos de sus familias (FAO, 2008) lo que contribuye a afianzar su particular nivel de conciencia y acción respecto a los problemas ambientales.

Las preocupaciones de naciones y organismos internacionales sobre diseñar estrategias de captura de carbono, adaptación y mitigación al cambio climático y seguridad alimentaria, han dado lugar a grandes debates dentro de la comunidad académica sobre cómo y quiénes deben participar activamente en procesos rurales que promuevan la captura de carbono, sin embargo poco se ha avanzado desde las experiencias de las mujeres rurales e indígenas tanto en la producción de alimentos como en la mitigación al cambio climático.

La lectura que se hace de ello, resulta ser un escenario adecuado para explorar los límites y posibilidades de producir maíces nativos con doble propósito. En otras palabras, se trata del devenir de las comunidades rurales en la encrucijada de la seguridad alimentaria, que se entrelaza con una gran diversidad de fenómenos de orden ambiental, económico, cultural y político. Muchos de estos fenómenos, incluyendo la captura de carbono, son luchas cotidianas para las mujeres rurales, cuya labor no es nombrada por falta de reconocimiento social y tecnocientífico, y por tanto están en el límite entre salirse del estado actual hacia otra forma de ser, o hundirse hasta desaparecer y perder su significación y trascendencia (Bartra, 2010).

En estos términos la tarea de este texto consiste en abordar un método que permite dimensionar la complejidad de la realidad fenomenológica, si se tratase de estrategias de captura de carbono a través de la conservación y producción de maíces nativos de hogares o comunidades rurales feminizadas. Dar a conocer cómo puede lograrse tal propósito requiere sin duda de un proceso “evolutivo” de la conciencia “ambientalista” para no actuar por intereses diferentes y sin compromisos para mitigar las estrategias reproductivas al cambio climático.

Materiales y métodos

En esta propuesta se toma a la fenomenología como método de aproximación, ya que es una vía de reconocimiento de las realidades complejas y múltiples sobre el discurso ambiental. En estos términos, la tarea fundamental de este método es contribuir a instaurar una dialógica reflexiva entre los debates biocientíficos polarizados (conservacionistas y biotecnológicos) para desarrollar posiciones alternativas que ayuden en la construcción de un mundo más equilibrado y respetuoso del ambiente, bajo condiciones de paz y equidad; es decir, sin desigualdades, exclusiones, explotaciones, ni irrationalidades que amenacen la estructura social y las relaciones armónicas con el medio natural. En este sentido, se persigue una interpretación holística, pues en tanto la realidad tenga sesgos, esté parcelada o parcializada, se incrementan las dificultades para aproximarse a un cambio social consciente que promueva la captura de carbono sin obviar sus implicaciones en las vidas cotidianas de las personas, particularmente la de aquellas cuya subsistencia depende de actividades agropecuarias bajo condiciones de vulnerabilidad ambiental.

Se piensa que un análisis fenomenológico es apropiado para el presente tema, debido a que no se estudia por separado al sujeto o al objeto, sino que se estudian sus relaciones para lograr aproximaciones más completas y humanistas que permitan una mejor explicación de los procesos tanto sociales como ambientales. Ciertamente, el análisis del desarrollo de la conciencia es una categoría intersubjetiva que permite explicar las diferencias entre acciones y apreciaciones que distintos actores sociales o institucionales manifiestan frente a la crisis ambiental. De esta manera, resulta importante aproximarse al estudio de la conciencia como un proceso, desde modelos claros, relacionados con las teorías y marcos de análisis manejados desde el paradigma interpretativo (Vigil, 2011).

Discusión y resultados

Desde esta perspectiva, pensamos que el proceso de la conciencia en relación al proceso de feminización del campo mexicano y la captura de carbono, se compone de los siguientes elementos: a) *El Sujeto* (S), en este caso las mujeres en el contexto rural, es mediante el cual la subjetividad se configura como una vía válida para el conocimiento profundo de la problemática ambiental.

b) *El Objeto* (O) es la Realidad de la que se da cuenta el Sujeto, que en este particular sería la existencia de un problema de degradación ambiental que potencialmente puede ser conocido e intervenido, por ejemplo, a través de esfuerzos por la captura del carbono.

c) *La Relación* (S-O) es la acción de darse cuenta de la Realidad, es decir que la existencia de una subjetividad que toma por primera vez conciencia del problema socio-ambiental, emerge de la relación directa con los efectos que la crisis produce en la vida cotidiana.

d) *La Conciencia* es darse cuenta de la Realidad, es la incidencia de interacciones surgidas de la relación entre Sujeto y Objeto, en este tema estaríamos hablando de la emergencia de estrategias campesinas de mitigación del cambio climático y que contribuyen a la fijación de carbono.

e) *La Masa crítica* es la cantidad última requerida de elementos, cuya agregación al resto que ya se había reunido es suficiente para impulsar el cambio a la siguiente fase o etapa del desarrollo consciente.

Una vez comprendidos los elementos del esquema, se puede advertir que existen Objetos Mayores y Menores, el acceso a los primeros se da a través de la relación con objetos menores, asibles para el sujeto e inteligibles para la mente humana. Conforme se avanza en el proceso de conciencia se puede establecer relaciones con objetos cada vez más grandes. Asimismo, el proceso de la evolución de la conciencia se sigue tanto a nivel individual como colectivo. En ambos niveles sólo a través de la conformación de Masa Crítica son posibles los cambios de época (primitiva, agrícola, industrial, sociedad consciente); en otras palabras, la evolución de la consciencia como relación Sujeto – Objeto, es un proceso histórico (Figura 1).



Figura 1. Simbología de la formación de las cuatro etapas y subetapas de la evolución de la conciencia. Fuente: Vigil (2011).

Como vemos, esta experiencia se comparte mediante las intersubjetividades de las que surge la masa crítica como un proceso de maduración particular que se retroalimenta en la colectividad de experiencias, siendo para unos realidades pensadas que para otros se convierten en realidades existentes. Por ello tenemos la capacidad de incidir en la realidad desde la subjetividad.

Por su parte, Morin (1995) habló acerca de la posibilidad y, al mismo tiempo, la necesidad de una unidad de la ciencia (Figura 2).

Una unidad tal es evidentemente imposible e incomprensible dentro del marco actual en el cual miríadas de datos se acumulan en los alvéolos disciplinarios cada vez más estrechos y taponados. Es imposible dentro del marco en el que las grandes disciplinas parecen corresponder a esencias y a materias heterogéneas: lo físico, lo biológico, lo antropológico. Pero es concebible en el campo de una physis generalizada. Bien entendida, una tal unificación, no tendría ningún sentido, si fuera únicamente reduccionista, reduciendo al nivel más simple de organización los fenómenos de organización compleja; sería insípida si se hiciera efectiva envolviéndose en una generalidad omnipresente, como la palabra sistema. Sólo tiene sentido si es capaz de aprehender, al mismo tiempo, unidad y diversidad, continuidad y rupturas. Pero nos parece bien que eso sea posible en una teoría de la auto-eco-organización, abierta a una teoría general de la physis (Morin, 1995).

En síntesis, este autor sostiene que los tres pilares más grandes de la ciencia: la Física, la Biología y la Antropología, ya no serían entidades cerradas, pero no por eso deben perder su identidad. Así, su idea de la ciencia como unidad respeta a la Física, a la Biología, y a la Antropología, pero critica al fisicismo, al biologismo y al antropologismo (Morin, 1995).

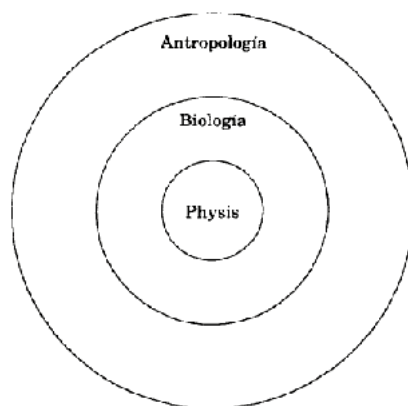


Figura 2. Unidad de la ciencia (Morin, 1995).

Entonces, a partir del planteamiento de Vigil (2011) y de la idea de transdisciplina y complejidad de Morin (1995), se propone el siguiente esquema metodológico para la construcción de escenarios de sistemas complejos, en el abordaje de la captura del carbono a través de la siembra de los maíces nativos.

En la Figura 3, cada uno de los círculos se refiere a un campo disciplinar, en donde se ven implicados diferentes conceptos y procesos. Al mismo tiempo, cada círculo también representa al Objeto, que se relaciona con el sujeto individual o colectivo. Los círculos están atravesados por procesos relacionales de género, etnia, edad y clase. Todo proceso de desarrollo de la conciencia tiene mecanismos de control, es decir, amenazas para continuar avanzando, como lo sería el miedo y la violencia. Simultáneamente existen mecanismos de promoción que impulsan la toma y evolución de la conciencia, por ejemplo la información y el conocimiento.

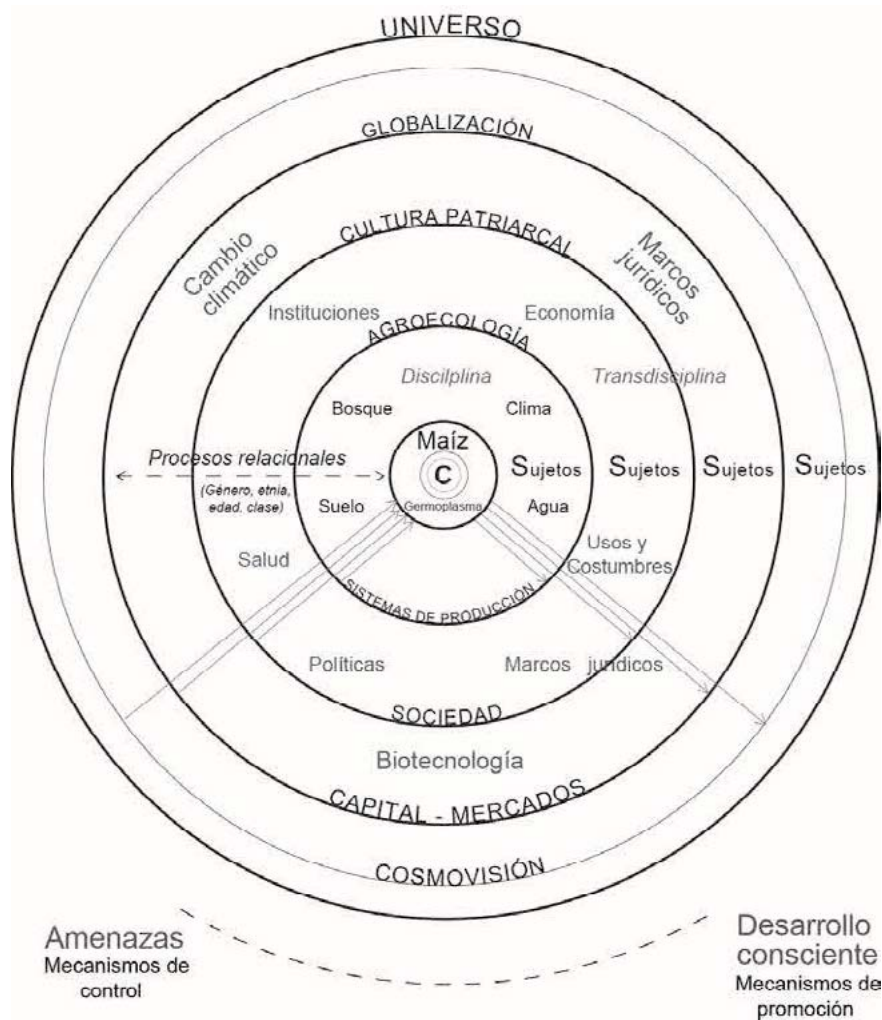


Figura 3. Construcción de escenarios de sistemas complejos. Fuente: Elaboración propia, basada en aportaciones de García (2006), Vigil (2011) y Morin (1995).

Conclusiones

Partir del análisis fenomenológico de la realidad, como método de aproximación a los procesos conductuales y cognitivos del ser humano, nos ha permitido reconocer la importancia que las visiones cualitativas y complejas tienen para poder entender las crisis ambientales como fenómenos sistemáticos, interconectados con diferentes niveles de la relación Ser humano (Sujeto)- Naturaleza (Objeto).

El cambio climático se anuncia como un fenómeno que estará muy presente durante las siguientes generaciones, ello reclama acciones concretas y el cambio de paradigmas que sustentan los estilos de vida actuales. En este sentido, el desarrollo de la conciencia campesina en condiciones de feminización sobre la crisis ambiental y sus estrategias de mitigación para el cambio climático, son referentes de la subjetividad cultural de los pueblos para la protección de la vida humana, en conjunto con las especies con las que se ha coevolucionado en el planeta.

El factor crítico para enfrentar el fenómeno, radica en la posibilidad de construir sociedades cada vez más dialógicas, momento a partir del que toman valor especial los procesos de desarrollo de la conciencia como un cúmulo de experiencias consignadas en la clase, etnia, género y condición social,

lo que permite darse cuenta de una situación determinada y trascenderla mediante lo que Fromm y Suzuki (2008) denominan como mecanismos específicos de acción y pensamiento, que definitivamente se ven enriquecidos desde la heterogeneidad y la experiencia de religación con la otredad. En estos términos, surge la oportunidad de la reflexión crítica, para quizá ir abriendo hacia las ciencias, la discusión sobre el desarrollo de las conciencias y las subjetividades como fuentes del sentido práctico y de conocimiento de la realidad.

Lo anterior, nos llama a la formulación de nuevas interrogantes que retomando al maíz nativo con doble propósito: alimentar y capturar carbono (Objeto) en relación con los sujetos (mujeres campesinas e indígenas) y sus fenómenos (cambio climático y feminización), disminuyan la banalidad con la que se aborda el problema de la conciencia en la misma intencionalidad de la interdisciplinariedad. Ciertamente, la acción femenina rural sobre los problemas ambientales puede dar cabida a un tratamiento complejo donde todas las respuestas son posibles. La falta de reconocimiento de las experiencias cotidianas de las mujeres rurales guardianas del patrimonio natural y cultural del campo, la negación de sus necesidades y motivaciones que las llevan a concientizarse sobre la problemática ambiental y a aportar desde sus estrategias, dificulta la construcción de conocimientos complejos desde nuevas raíces éticas y epistemológicas.

Agradecimientos

Esta ponencia es un producto del proyecto “El maíz mesoamericano y sus escenarios de desarrollo local” financiado por CONACYT- SEP ciencia básica, 2009. Agradecemos el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Bibliografía

- Bartra A. 2010. Tiempos de turbulencia. Argumentos 23:91-119.
- FAO. 2008. Climate Change and Food Security: A Framework Document. Roma.
- Fromm E., D. Suzuki. 2008. Budismo Zen y Psicoanálisis. Fondo de Cultura Económica. Distrito Federal. México. 155 pp.
- García R. 2006. Sistemas complejos: Conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Editorial Gedisa. Barcelona, España.
- IPCC. 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio. IPCC. Ginebra, Suiza.
- Morin E. 1995. Introducción al pensamiento complejo. Editorial Gedisa. España. 201 pp.
- Vigil G. 2011. Las claves de la evolución de la conciencia. Guadalajara, México. 381 pp